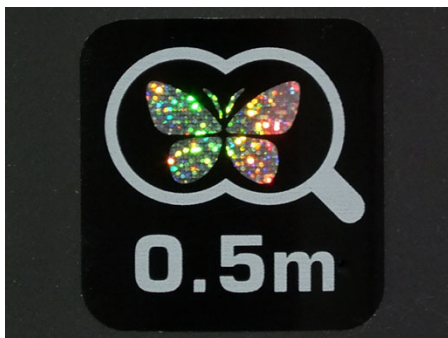


# Papilio 6.5×21 Maniac

Makoto Ichikawa



3rd Edition

# 目次

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| はじめに                        | 2  |
| 1. 著者の望遠観察機材                | 3  |
| 2. 双眼鏡                      | 7  |
| (1) 双眼鏡に関する参考サイト            | 7  |
| (2) 双眼鏡の選び方                 | 9  |
| (3) 双眼鏡の構造                  | 10 |
| (4) 双眼鏡の性能に関する項目            | 19 |
| 3. Papilio 6.5×21 の使いこなし    | 28 |
| (1) クイックストラップ、接眼レンズキャップ、ケース | 28 |
| (2) 素早く快適に使う方法              | 29 |
| (3) 三脚・一脚                   | 31 |
| 4. Papilio でデジスコ？           | 33 |
| 5. まとめ                      | 38 |
| Appendixes                  |    |
| A. テレスコマイクロ 8x20D           | 39 |
| B. 最短合焦距離 1m 未満の単眼鏡         | 40 |
| C. 最短合焦距離 2m 未満の双眼鏡         | 42 |
| 【参考サイトなど】                   | 43 |

## はじめに

奈良国立博物館で開催の『大遣唐使展』<sup>1)</sup>に Papilio 6.5×21 を携えていき、「国宝 諸尊仏龕」を単眼鏡では不可能な立体視で拝顔し、大きな仏像と全く変らない精緻な造作に驚かされました。そしてお寺巡りで、肉眼では周囲の明るさによる瞳孔反射で瞳孔径が絞られて暗くしか見えなかった仏像が、双眼鏡を使うことで周囲の明るさの影響を低減してよく見ることができました。また、肉眼では見たいものの前に明るい格子などがあると格子に焦点が合い、奥に焦点が合わせられないのが、双眼鏡を用いることで奥のものに焦点をあわせられることなどを通して、双眼鏡は単に拡大して見るだけの道具でないことに気付かされました。

2004 年発売のこの双眼鏡を知らなかったこと、「ずいぶん損をしてしまったなあ・・・」で Maniac シリーズの 5 作目として“Papilio 6.5x21 Maniac”をまとめました。改訂三版では双眼鏡に関する技術的な解説を追加して全面改訂を行いました。



奈良国立博物館 本館 （片山東熊設計、1894 年竣工）

# 1. 著者の望遠観察機材



双眼鏡は Papilio 6.5x21（PENTAX、左）と 8x23CF（Nikon、右）の 2 台

表1 8×23CF（Nikon）と Papilio 6.5×21、8.5×21 の仕様 <sup>2)</sup>

|              |    | 8×23CF（Nikon）     | Papilio 6.5×21( [ ] は 8.5×21 ) |
|--------------|----|-------------------|--------------------------------|
| 形式           |    | ポロプリズム・センターフォーカス式 |                                |
| レンズ構成        | 対物 | N.A.              | 1 群 2 枚                        |
|              | 接眼 | N.A.              | 5 群 5 枚（非球面レンズ）                |
| 倍率           |    | 8 倍               | 6.5 倍 [ 8.5 倍 ]                |
| 対物レンズ有効径     |    | 23mm              | 21mm                           |
| プリズム材質       |    | （BaK4 と推定される）     | BaK4                           |
| コーティング       |    | （単層コートと思われる）      | マルチコーティング                      |
| 実視界          |    | 6.3°              | 7.5° [ 6.0° ]                  |
| 見掛け視界(旧 JIS) |    | 50° <新表示 47° >    | 49° <新表示 46° > [ 51° ]         |
| 1,000m 先での視界 |    | 109m              | 131m [ 105m ]                  |
| 射出ひとみ径       |    | 2.9mm             | 3.2mm [ 2.5mm ]                |
| 明るさ          |    | 8.4               | 10.2 [ 6.3 ]                   |
| アイレリーフ       |    | N.A.              | 15mm                           |
| 視度調整         |    | 右接眼部              | 右接眼部、クリック付                     |
| 視度調整範囲       |    | N.A.              | ±4m <sup>-1</sup>              |
| 眼幅調整範囲       |    | 56～72mm           | 56～74mm                        |
| 焦点調整範囲       |    | 約 5m～∞            | 約 0.5m～∞                       |
| 輻輳補正方式       |    | -                 | ピント連動対物偏芯方式                    |
| 目当て（調整法）     |    | 折り返し（7mm）         | 回転スライド式（7mm）                   |
| 外観色          |    | ダークブラウン＆ブラック      | ブラック＆ダークグレー                    |
| 高さ×幅×厚さ      |    | 106×105mm×50mm    | 114 [ 116 ]×110mm×55mm         |
| 質量（重さ）       |    | 340 g             | 290 g                          |
| 発売           |    | 1982 年 2 月        | 2004 年 11 月                    |

発売年からいうと 22 年の差のある表 1 の双眼鏡 8x23CF (Nikon) と Papilio 6.5×21 (Pentax)、そして衝動買いした SAMURAI BLUE の KD21-8S(KOWA、2章末で概要紹介)を著者は所有しています。

## ■ 8x23CF (Nikon)



友人のバードウォッチングの影響を受け、「8倍くらいがバードウォッチングに使いやすい」という本の記述を読み、ジュージアーロのデザインの「Nikon BINOCULARS V LINE」(1982 年発売、1982 年のグッドデザイン賞受賞)の 8x23CF (17,800 円) と 10x25 CF (19,800 円) から、8x23CF を 1980 年代末に入手しました。初めて 8x23CF で鳥見た時の輪郭が立つような見え方に感激し、また、本の記述の通り、気軽なバードウォッチングには 8 倍程度が使いやすいことを実感しました。対物レンズを中央に寄せて小型化したデザインのポロプリズム双眼鏡で、本体部分はダイキャスト製で少し重いですが、気に入っています。後継となる「VラインII」はデザインが変わり、1990 年に登場しました。

この双眼鏡を見ていて「何かに似ているなあ」と考えて気づいたのが 2008 年公開の映画「WALL・E」でした、世に出た年から「WALL・E」が本双眼鏡に似ているんだ」というべきかもしれませんが・・・。

-----  
WALL・E／ウォーリー

<http://wdshe.jp/disney/special/wall-e/>

## ■ Papilio 6.5×21 (Pentax)



「より近くの対象物を見るのに好適なコンパクトタイプの双眼鏡」とされる Papilio 6.5×21 と Papilio 8.5×21（2004 年発売、2004 年のグッドデザイン賞受賞）から、「低い照度の下で少しでも明るく見られる方がよい」、「距離 50cm の視野径は 6.5×21 が約 65mm、8.5×21 が約 52mm で、同じ距離から対象物を見るのに 6.5×21 の方が双眼鏡をあまり動かさず全体が見られる」で 6.5×21 を入手しました。外観上の特徴は他の Pentax のコンパクト双眼鏡と同様、2 軸連動式眼幅調整機能（ポロプリズムと接眼レンズを一体化した部分の左右に軸を配置し、連動して可動する構造）が採用されていることです。8.5×21 と 6.5×21 の差は 2mm の寸法差を含めて、望遠鏡やスポッティングスコープがアイピースを交換して倍率を変えられるように接眼レンズが異なるもので、他は共通部品が使われているようです。近接双眼鏡の要となるピント連動対物レンズ位置補正機構の内部に埃等が入らないように対物レンズ（収差補正のための 1 群 2 枚（アクロマートレンズ））の前にシールドガラスが配置されています。接眼レンズは視野周辺部のシャープな見え味の実現のために非球面レンズが使われ、他の双眼鏡に比して枚数の多い 5 群 5 枚の構成ですが、これはピント連動対物レンズ位置補正機構による入射光の入射角の変化に対して画質低下を抑えるためと考えられます。

## ■ その他



テレスコマイクロ 8x20D (Nikon)



ACTY H7X18 (Vixen)



Meade LX50-20



上 : TS-613 (KOWA)



下 : TSN-664 (KOWA)

2 台の双眼鏡の他、望遠機材として、天体観測に関心が高かった時に入手した天体望遠鏡 Meade LX50-20 (「**気軽に持ち出せる重さでないと休眠状態になる**」ことを学ぶ)、デジカメの COOLPIX 950 (Nikon) を使っていた時に拡張熱から入手したテレスコマイクロ 8x20D (Nikon; 望遠として使用時に色滲みが目立ち、その後、ED レンズで光学性能を高めた ED6×18D の発売から「**望遠は ED レンズなどの光学性能の高いレンズでないと満足できなくなる**」を学ぶ。主に超マクロ撮影用)、[“TS-613 & TSN-664 Digiscoping Maniac”](#)で紹介のデジスコ用のスポッティングスコープ TS-613 と TSN-664、そしてデジスコでのピント精度を高めるために入手した単眼鏡 ACTY H7X18 (Vixen) を所有しています。

## 2. 双眼鏡

### (1) 双眼鏡に関する参考サイト

双眼鏡について参考になるとと思われる Web サイトを表 2 に示します。

表2 双眼鏡に関する Web サイト

| No. | Web サイト                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | JISC 日本工業標準調査会<br><a href="http://www.jisc.go.jp/index.html">http://www.jisc.go.jp/index.html</a><br>JIS Z 8120：2001 光学用語<br>JIS B 7121：2007 双眼鏡、単眼鏡及びスポッティングスコープの特性<br>JIS B 7157：2003 望遠鏡用語                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 2   | 使い方・楽しみ方（導入編）   一般社団法人日本望遠鏡工業会<br><a href="http://www.itmas.jp/fun/knowledge/knowledge_intro.html">http://www.itmas.jp/fun/knowledge/knowledge_intro.html</a><br>使い方・楽しみ方（技術編）   一般社団法人日本望遠鏡工業会<br><a href="http://www.itmas.jp/fun/knowledge/knowledge_tech.html">http://www.itmas.jp/fun/knowledge/knowledge_tech.html</a><br>双眼鏡、望遠鏡の基礎知識としてそれらを用いた楽しみ方の提案と技術解説をしています。                                                                                                                                                                                                                       |
| 3   | 間違いだらけの双眼鏡～正しい双眼鏡のセッティングを伝授!～<br>(独立行政法人国立青少年教育振興機構)<br><a href="http://www.niye.go.jp/navi/files/items/412/File/sougankyo472KB.pdf">http://www.niye.go.jp/navi/files/items/412/File/sougankyo472KB.pdf</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 4   | ニコンビジョン 製品紹介 双眼鏡・単眼鏡<br><a href="http://www.nikonvision.co.jp/products/binoculars/index.htm">http://www.nikonvision.co.jp/products/binoculars/index.htm</a><br>Nikon Sport Optics How to Sport Optics Guide<br><a href="http://www.nikonvision.co.jp/how_to/guide/index.htm">http://www.nikonvision.co.jp/how_to/guide/index.htm</a><br>倍率、視界などに関する基礎知識、選び方や使い方のアドバイス、双眼鏡の内部構造やレンズ、プリズム、収差などに関する光学技術を解説<br>双眼鏡活用術 (Nikonvision)<br><a href="http://www.nikonvision.co.jp/howto_binoculars/index.htm">http://www.nikonvision.co.jp/howto_binoculars/index.htm</a><br>双眼鏡の様々な使い方を機種選定を含めて提案するサイト。 |
| 5   | 双眼鏡トップページ   株式会社ビクセン/Vixen<br><a href="http://www.vixen.co.jp/bino/index.htm">http://www.vixen.co.jp/bino/index.htm</a><br>双眼鏡の各種タイプ、単眼鏡等などの解説とともに楽しみ方を提案。リンク情報あり。<br>初めての双眼鏡 ビクセンウェブショップ<br><a href="http://www.vixen-m.co.jp/beginner-b/index.html">http://www.vixen-m.co.jp/beginner-b/index.html</a><br>双眼鏡の構造と用語、種類、使い方、選び方、スペック比較、活用術を解説。「おすすめコンテンツ」の「双眼鏡で楽しもう!」も具体的な使い方の提案あり。<br>単眼鏡 Vixen<br><a href="http://www.vixen.co.jp/bino/mono.htm">http://www.vixen.co.jp/bino/mono.htm</a>                                                                                                    |
| 6   | 双眼鏡を使ってみよう 富士フイルム<br><a href="http://fujifilm.jp/personal/binocular/use/index.html">http://fujifilm.jp/personal/binocular/use/index.html</a><br>双眼鏡の選び方、調整のしかた、双眼鏡の構え方、構造が簡単に解説されています。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

| No. | Web サイト                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7   | <b>双眼鏡・スポンティングスコープ   製品情報   PENTAX RICOH IMAGING</b><br><a href="http://www.pentax.jp/japan/products/binoculars/">http://www.pentax.jp/japan/products/binoculars/</a><br><b>Pentax+ - 自然かんさつのススメ</b><br><a href="http://pentaxplus.jp/field/m_kaneda/index.html">http://pentaxplus.jp/field/m_kaneda/index.html</a><br>双眼鏡の使い方を提案                                                                                                                                                 |
| 8   | <b>KOWA PROMINAR OFFICIAL WEB SITE</b><br><a href="http://www.kowa-prominar.ne.jp/">http://www.kowa-prominar.ne.jp/</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 9   | <b>双眼鏡   製品紹介   オリンパスイメージング</b><br><a href="http://olympus-imaging.jp/product/binoculars/index.html">http://olympus-imaging.jp/product/binoculars/index.html</a><br>双眼鏡を紹介のページの中の『おすすめ情報』の「双眼鏡ミニ知識」が参考に                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 10  | <b>双眼鏡・単眼鏡の基礎知識   株式会社ケンコー</b><br><a href="http://www.kenko-tokina.co.jp/optics/binoculars-basic-knowledge.html">http://www.kenko-tokina.co.jp/optics/binoculars-basic-knowledge.html</a><br><b>双眼鏡   株式会社ケンコー</b><br><a href="http://www.kenko-tokina.co.jp/optics/binoculars/">http://www.kenko-tokina.co.jp/optics/binoculars/</a><br><b>単眼鏡   株式会社ケンコー</b><br><a href="http://www.kenko-tokina.co.jp/optics/monoculars/">http://www.kenko-tokina.co.jp/optics/monoculars/</a> |
| 11  | <b>キャノン：双眼鏡 BINOCULARS</b><br><a href="http://cweb.canon.jp/binoculars/index.html">http://cweb.canon.jp/binoculars/index.html</a><br>IS テクノロジーを解説                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 12  | <b>双眼鏡の選び方 (デジスコとバードウォッチングの専門店、ホビーズワールド)</b><br><a href="http://www.hobbysworld.com/original5.html">http://www.hobbysworld.com/original5.html</a><br>バードウォッチング・野鳥撮影を前提とした双眼鏡の選び方を紹介                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 13  | <b>双眼鏡愛好会・binoculars maniacs・双眼鏡で遊んでみよう</b><br><a href="http://ifs.nog.cc/binoculars.at.infoseek.co.jp/index.htm">http://ifs.nog.cc/binoculars.at.infoseek.co.jp/index.htm</a><br><b>双眼鏡愛好会・双眼鏡の基礎知識・目次</b><br><a href="http://ifs.nog.cc/binoculars.at.infoseek.co.jp/kisoindx.htm">http://ifs.nog.cc/binoculars.at.infoseek.co.jp/kisoindx.htm</a><br>M.KIKUCHI 氏の双眼鏡使用の提案、技術的解説などがあります。様々な双眼鏡について評価がありますが、ホームページ掲載の時期から内容的に古くなっています。                                           |
| 14  | <b>私のカメラと双眼鏡</b><br><a href="http://www003.upp.so-net.ne.jp/camera-bino/">http://www003.upp.so-net.ne.jp/camera-bino/</a><br>小田透氏が『月刊星ナビ』に連載した「双眼狂闘病記」を楽しめます。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 15  | <b>雑記帳 Vol. 23 双眼鏡にこだわる</b><br><a href="http://www.asahi-net.or.jp/~ep3n-kizm/garakuta/zakki/Vol23.htm">http://www.asahi-net.or.jp/~ep3n-kizm/garakuta/zakki/Vol23.htm</a><br>「見かけ視界」の広い双眼鏡の設計的な難しさを書かれていて参考となります。                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 16  | <b>天体望遠鏡入門</b><br><a href="http://www7a.biglobe.ne.jp/~tomoyu/column/co069.htm">http://www7a.biglobe.ne.jp/~tomoyu/column/co069.htm</a><br>プリズムの材質によるケラレなどを解説                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 17  | <b>ニコンの双眼鏡 - Viva Nikon binoculars!</b><br><a href="http://www1.bbig.jp/nikoncamera/bino/index.html">http://www1.bbig.jp/nikoncamera/bino/index.html</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 18  | <b>星を見る道具の工房 Yamaca の自作と修理：望遠鏡の自作</b><br><a href="http://homepage3.nifty.com/yamaca/sbmenu/make1.html">http://homepage3.nifty.com/yamaca/sbmenu/make1.html</a><br>双眼鏡の修理、自作記事があります。                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

## (2) 双眼鏡の選び方

本冊子の三訂にあたって表 2 のサイトを「望遠鏡選びの方程式のようなものはないかな」と見ながら調べました。そして「目安となるものはあるが、そのような都合のよいものはない」ことがわかりました。表 3 に双眼鏡の仕様の項目から著者の整理した選択のポイント、そして表 4 に用途別の選定の目安をまとめます。

表 3 双眼鏡選択のポイント

| 項目             | 解説                                                                                                                                                                              |
|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 倍率             | <ul style="list-style-type: none"><li>手持ちでの双眼鏡使用ならば倍率は <b>10 倍程</b>までが目途</li><li>三脚の使用を前提にする場合はさらに高い倍率も可（3 脚に取り付け可能な構造が望ましい）</li></ul>                                          |
| 対物レンズ径         | <ul style="list-style-type: none"><li>スターウォッチングなど集光力が必要な用途は口径の大きい物</li></ul>                                                                                                    |
| ひとみ径、<br>（明るさ） | <ul style="list-style-type: none"><li>日中の使用が主ではひとみ径が 3mm 程度（最低 2mm 以上）</li><li><b>スターウォッチングには「スターウォッチング」に適するとされる双眼鏡</b>から、ひとみ径が 5mm（都市部で使用）～7mm（光害の少ない場所で使用）の製品を選択。</li></ul>   |
| 最短合焦距離         | <ul style="list-style-type: none"><li>博物館などでガラス越しに展示品を見る場合など、最短合焦距離が短い双眼鏡が最適。</li><li>最短合焦距離の短い仕様の製品もあるが、例えば Vixen のアトレックスシリーズの約 1m は「単眼鏡としての使用」と注記。</li></ul>                  |
| 実視界            | <ul style="list-style-type: none"><li>距離と対象物の寸法が既知の定点観察では必要な値を計算。</li><li>同じ倍率、対物レンズ径の組合せでも実視界は製品によって異なる。[実視界]×[倍率]で計算される見掛け視界を大きくするために、広視野設計された製品もある。</li></ul>                |
| 見掛け視界          | <ul style="list-style-type: none"><li>小鳥などの動きの大きいものや動く範囲の大きいスポーツなどは見掛け視界の大きい双眼鏡がよい</li><li>視野の広さをセールスポイントとする双眼鏡では視野周囲の画質低下の大きいものもある。広視野の製品は必ず周辺画質をチェックを通して納得の上、入手のこと。</li></ul> |
| アイレリーフ         | <ul style="list-style-type: none"><li>メガネをかけている人の使用も考慮し、15mm 程度は欲しい</li></ul>                                                                                                   |
| 重さ・大きさ         | <ul style="list-style-type: none"><li>気軽に携帯するには質量 300g 台までが目安。1kg 近くになると目的がはっきりしていないと使われなくなる可能性が高い。</li></ul>                                                                   |
| プリズム材質         | <ul style="list-style-type: none"><li>プリズム材質は BaK4 を選ぶ。BK7 は画質が低いため避ける</li></ul>                                                                                                |
| コーティング         | <ul style="list-style-type: none"><li>マルチコーティングを選ぶ</li></ul>                                                                                                                    |
| 防水性            | <ul style="list-style-type: none"><li>雨や水しぶきのかかる場所でも使用する場合は防水仕様が必須。</li></ul>                                                                                                   |
| アクセサリ          | <ul style="list-style-type: none"><li>定点観察では三脚使用を可能とする三脚アダプターなどに対応のものを選ぶ。用途により偏光フィルター、業務用ツノ型目当て等。</li></ul>                                                                     |

表 4 双眼鏡の選定の目安（参考程度）

| 機能<br>用途  | 倍率<br>(倍) | 小型<br>軽量 | 防水性 | 見掛視界の広さ | 最短合焦距離 | 明るさ | 三脚の装着 | 丈夫さ | 備考        |
|-----------|-----------|----------|-----|---------|--------|-----|-------|-----|-----------|
| バードウォッチング | 8～10      | ○        | ○   | ◎       |        |     | ○     |     |           |
| アウトドア     | 8～10      | ◎        | ◎   |         | ○      |     |       | ○   | 使用条件      |
| 旅行        | 7～8       | ◎        |     |         |        |     |       |     | 行先        |
| スポーツ観戦    | 8～10      |          | ○   | ○       |        |     |       |     | 競技内容      |
| 観劇        | 4～8       | ◎        |     |         |        | ○   |       |     |           |
| 美術館・博物館   | 4～8       | ◎        |     |         | ◎      |     |       |     |           |
| スターウォッチング | 7～18      |          | ○   | ○       |        | ◎   | ◎     |     | ひとみ径 5mm- |
| マリンスポーツ   | 7～12      |          | ◎   |         |        |     |       | ○   |           |
| 海洋業務      | 7～18      |          | ◎   |         |        | ◎   | ◎     | ◎   |           |

・双眼鏡の用途分類は Nikon による

双眼鏡の用途として例えば Nikon はバードウォッチング、アウトドア、旅行、スポーツ観戦、観劇、美術館・博物館、スターウォッチング、マリンスポーツ、海洋業務に分類していて、他のメーカーも同様の分類です。用途を明確にして双眼鏡を選ぶのが後に「あまり使わない」の防止となります。店頭で確認できないのですが、夜の月の観察は昼間わからないゴーストが発生したり、色収差が目立つこともあり、厳しい観察対象です。

### (3) 双眼鏡の構造

#### a. ポロプリズム双眼鏡とダハプリズム双眼鏡

双眼鏡は「二つの同性能の単眼望遠鏡を平行な光軸で結合し、両眼視できるようにした望遠観測機器」（JIS B 7157 望遠鏡用語）とされます。

レンズを組み合わせた屈折式望遠鏡には**ガリレオ式**（対物レンズに凸レンズ、接眼レンズに凹レンズを組み合わせたもの）と**ケプラー式**（対物レンズ・接眼レンズ共に凸レンズを使用したもの）があります。

ガリレオ式は正立像となりますが、高い倍率は得られません。天体観察

向けの「スペースオペラグラス」とも評される(株)笠井トレーディングから販売の [WideBino28](#) (2.3 倍、実視界 28°) がこの方式です。

ケプラー式は高い倍率が得られ、視野が広いという長所がある一方、倒立像となります。そこで光路の途中にプリズムを配置して正立像化した 2 つの望遠鏡を平行に並べたのがプリズム双眼鏡で、直角プリズム（ポロプリズム）を組み合わせた**ポロプリズム双眼鏡**と、ダハプリズムと補助プリズムを組み合わせた**ダハプリズム双眼鏡**に大別されます。

ポロプリズム双眼鏡はプリズムの反射面が全反射することから光の損失がなく、ダハプリズムより安価に高い光学性能を得られるメリットがあります。双眼鏡の設計上、接眼レンズの間隔は目幅で規定されますが、ポロプリズム双眼鏡の対物レンズの間隔は自由度があります。そして大口径の製品ではより立体的な見え味を得るために、対物レンズの間隔が目幅より広い、いかにも「双眼鏡」というデザインとなり、一方、口径の小さい製品では対物レンズの間隔を接眼レンズの間隔より狭くして中央に寄せた形状（reverse porro prism design）とし、ダハプリズム双眼鏡と寸法的にあまり遜色のない、コンパクト双眼鏡が実現されています。

ダハプリズム双眼鏡は反射面に全反射でない面があるため光の損失を生じる一方、光路が直線的にでき、小型にできるメリットがあります。なお、ダハプリズム双眼鏡では対物レンズの口径は目幅で制約されることから例えば MONARCH 10×56D CF のように対物レンズ有効径 56mm で目幅調整範囲の最小値も他の双眼鏡に比して広く 60mm になります。

#### 【例】ポロプリズム双眼鏡とダハプリズム双眼鏡の大きさ比較

価格・性能からはポロプリズム双眼鏡、小型を優先の場合はダハプリズム双眼鏡とされます。例えば Nikon のダハプリズム双眼鏡の MONARCH III 8X42D CF (146mm×129mm×(57mm；[対物レンズ径]+15mm で仮定)→1,074cc、610g) とポロプリズム双眼鏡の Action EX 8X40CF (138mm×187mm×(55mm；[対物レンズ径]+15mm で仮定)→1,419cc、855g) で、ポロプリズム双眼鏡の体積が 1.32 倍、重量が 1.4 倍となります。また、コンパクト双眼鏡ではポロプリズム双眼鏡とダハプリズム双眼鏡の大きさや重量の差はより少なくなります。対物レンズの口径と倍率の面で絞り込んだ上、候補となるポロプリズム双眼鏡とダハプリズム双眼鏡の大きさ、重量を比較して選定するのがよさそうです。

## b. 焦点調整

双眼鏡の焦点調整は対物レンズと接眼レンズの距離を変える方式と、対物レンズと接眼レンズの位置は変えず、その間に内焦レンズ（凹レンズ）を配置し、光軸に沿って内焦レンズの位置を変える方式に大別されます。

ポロプリズム双眼鏡では一般にプリズムに対して対物レンズ側を移動する構造がコンパクト双眼鏡で、接眼レンズ側を移動する構造が大径の双眼鏡に採用されています。ダハプリズム式双眼鏡では対物レンズとプリズムの間に位置する内焦レンズを移動する構造が多く、対物レンズと接眼レンズを固定できることから密閉構造として防水性を得ることも可能です。

双眼鏡を使用するには上記により左右の望遠鏡部の焦点を合わせる必要があります。これに対して単純に左右の接眼部を個別に焦点調整する単独繰出し式（IF：Individual Focus）と、左右の望遠鏡部の光学構成要素（ポロプリズム双眼鏡では対物レンズあるいは接眼レンズ、ダハプリズム双眼鏡では内焦レンズ）を同時に調整して焦点調整を行う中央繰出し式（CF：Center Focus）があります。なお、CF 式では左右の視力の差に対応するため、接眼レンズの片側を可動として視度調整でき、一旦、視度調整すれば後はピントノブで焦点調整できます。

## c. 目幅調整とアイレリーフ

双眼鏡を構成する一方の正立望遠鏡を最もよい画像で見ることができるのは接眼レンズの中心の鉛直線上の双眼鏡の射出ひとみができる位置（アイポイント）です。使用者の眼のひとみの位置がアイポイントより離れると双眼鏡の丸い視野の周囲がケラれる現状が生じ、また、アイポイントと同じ距離でも接眼レンズの中心線からずれると視界の一部がケラれたり、色収差などが増えて見えます。

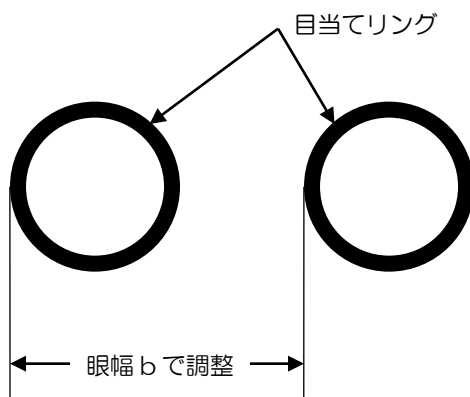
アイレリーフ（接眼レンズの最終面からこのアイポイントまでの距離）が短いとメガネをかけている人ではアイポイントより遠くから見ざるを得ず、双眼鏡の視野全体を見られません。このため、メガネ使用者はアイレ

リーフが 15mm 以上確保された双眼鏡（ハイアイポイントタイプ）が必要とされます。流通する双眼鏡にはアイレリーフが 10mm 程度の製品も多いことから、購入前にこのチェックは不可欠です。

適切なアイレリーフとする目当ての高さ調整の構造はゴム製の見口を折り返すもの、回転スライド見口、そして引出し方式の見口があります。ゴム製のものはメガネを着用しない人の使用が標準状態で、メガネを使用する人は見口を折り返す必要があります。一方、他の方式は携行用に見口を収納した状態が標準で、裸眼で使用する人は見口を引き出して使います。



目の下側に定規をあてて鏡で見て、目幅（瞳間の距離） $b$  を測定

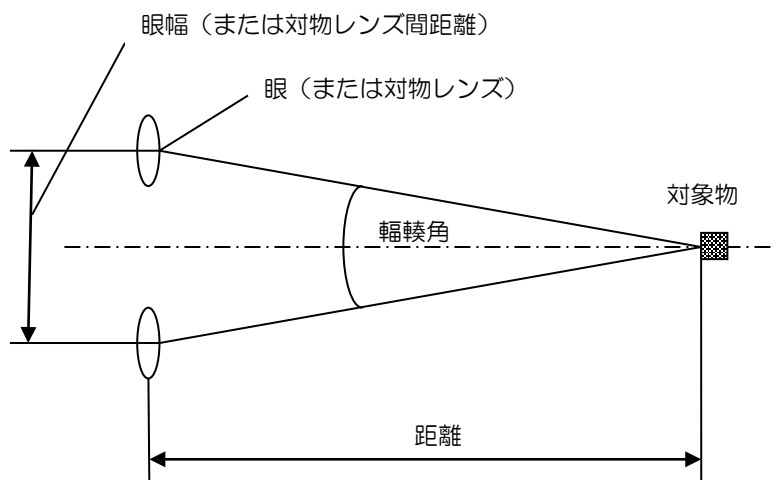


接眼レンズの距離が目幅にあっていないとその双眼鏡の性能を発揮できないため、正確に調整する必要があります。図のように鏡を見て測定し、その目幅で接眼レンズの目当てリングの同じ側面間の距離をあわせることで簡単に調整できます。眼幅調整は左右の正立望遠鏡を 1 つの軸、あるいは

は Sportstar EX (Nikon) のように 2 軸で結合、また、Papilio のように 2 軸連動式眼幅調整機能などがあります。

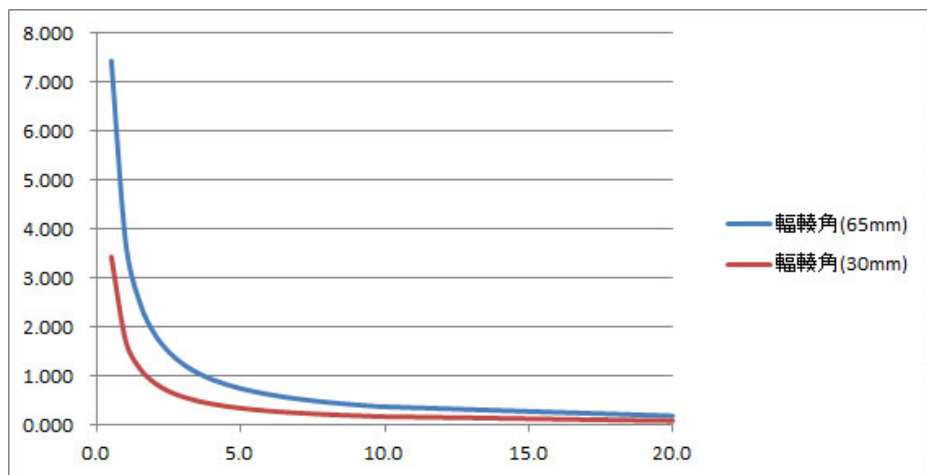
双眼鏡は左右の光軸が平行に結合されていることが重要で、光軸がずれている場合、非常に使い辛い双眼鏡となることは容易に想像できます。これを実現するため、眼幅調整の軸は光軸に対して高い平行度と十分な強度が要求されます。双眼鏡の左右を結合する部分に力がかかると光軸ずれを起こしそうな製品は、精密機器として慎重な取扱いが必要です。

#### d. 輻輳角とピント連動対物レンズ位置補正機構<sup>③</sup>



両目で対象物を見る際、右眼と左眼の視線が作る上図の角度（輻輳角）を生じます。

次図に目幅 65mm と 30mm (Papilio 6.5×21 の最短合焦距離での対物レンズの間隔) に対して、対象物の距離 0.5～20m における輻輳角の計算結果を示します。図より 5m 以下で輻輳角の変化の大きいことがわかります。なお、500mm の距離で眼幅 65mm の輻輳角は  $7.4^{\circ}$ 、目幅 30mm の輻輳角は  $3.4^{\circ}$  となります。



距離 (m) と輻輳角 (°)

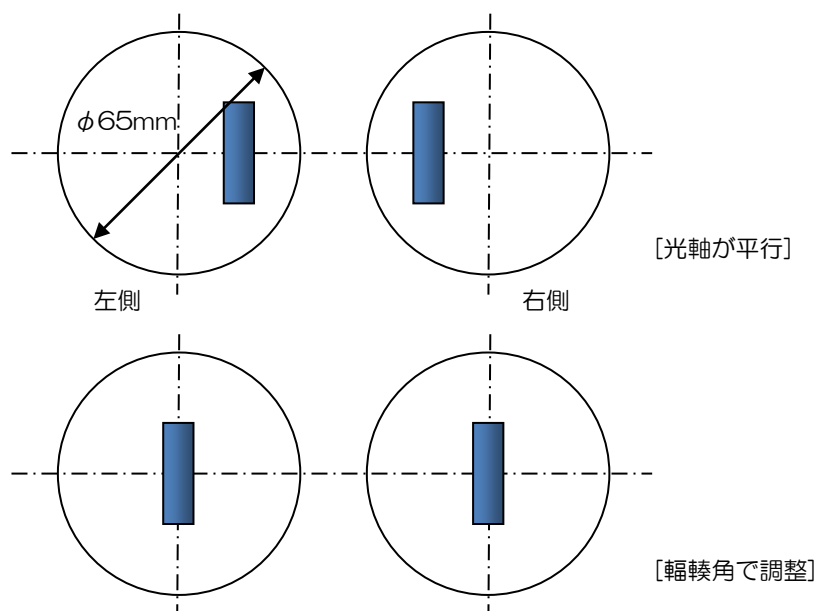


図3 輻輳角の影響

Papilio 6.5×21 が 500mm の距離にある対象物を見る場合、視野の

径は 65mm です。その時の対物レンズ間の距離約 30mm で「ピント連動対物レンズ位置補正機構」(CLOSE: Convergent Lens Optical System Engineering mechanism) がないと次の図の[光軸が平行]で示すように右と左の視野で見える範囲が異なり、対象物を見るために眼に大きな負担がかかります。これが Papilio のピント連動対物レンズ位置補正機構で図の[輻輳角で調整]のように、眼に負担なく観察が可能になります。

双眼鏡の焦点調整範囲はその光学構成要素の移動量を大きくすることで拡大でき、最短合焦距離もこれによって短くできますが、輻輳角による影響も考慮して設計上、最短合焦距離が設定されているように考えられます。なお、各社の最短合焦距離を比較すると、メーカーによって輻輳角に対する考え方は異なるように思われます。輻輳角の影響を気にしないで双眼鏡を使用できる距離は倍率・視界とも関係し、一概にいえませんが、Vixen の ATREK シリーズは最短合焦距離を約 1.0m (1 機種 1.6m) としながら「機構上、至近距離あたりでは対象物が両眼で同一視界に見えませんが、単眼にてお使いください」と注記されることから、**この辺りの距離で輻輳角の影響があると**推定されます。

## ■ ピント連動対物レンズ位置補正機構

発明の名称 双眼鏡 (特開平9-146010)

### 特許請求の範囲

【請求項1】 対物光学系、正立プリズム系及び接眼光学系からなる光学系を2組有する双眼鏡において、前記対物光学系または接眼光学系を移動させることによりフォーカシングを行うフォーカシング機構と、該フォーカシング機構と連動して前記対物光学系の全体または一部を光軸に対して略垂直方向に平行偏心させる偏心機構を備えてあることを特徴とする双眼鏡。

【請求項2】 対物光学系、正立プリズム系及び接眼光学系からなる光学系を2組有する双眼鏡において、前記対物光学系の全体または一部がガイド部材に沿って移動することによりフォーカシングを行うフォーカシング機構を備え、前記ガイド部材に沿った移動方向が前記対物光学系の光軸に対して或る所定の角度を有することを特徴とする双眼鏡。

<http://www.patentip.com/08/R/R100032/DA10064.html>

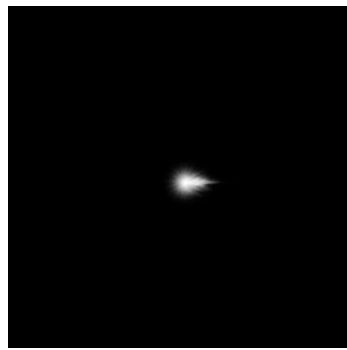
近接双眼鏡として Papilio を実現させるには上記より  $3.4^{\circ}$  の輻輳角の調整ができることが必要になります。1995 年 11 月出願のミノルタ(株)の発明「双眼鏡」(特開平 9-146010、抜粋を枠内に示す)でピント連動対物レンズ位置補正機構が記載されています。双眼鏡は枯れた技術と考えていたのですが、技術開発の余地のあることを教えられた発明です。<sup>5)</sup>

Papilio のシールドガラス越しに対物レンズを見ると、無限遠から最短距離に向かって間隔が狭くなるように下部にガイド機構、また、上部は平行なガイド機構があり、前述の発明に記載のようにそれらの組合せで所定の輻輳角を得る構造がわかります。

PENTAX は Papilio を天体観測に向かないとしています。8×23CF (Nikon) を夜空の観察に用いた場合、低高度で外灯などがゴーストとして現れることがあり、月の観察では月が視野から外れた辺りで若干、ゴーストラシき光が見えますが、月が中央あたりにあればゴーストは発生しません。これに対して Papilio は月が中心にある時はよいのですが、少し中心から外れるとイメージ図のように強いゴーストが現れます。また、星を見る場合、コマ収差も認められます。対物レンズ前のシールドガラスによる反射、輻輳角に対応した対物レンズの角度変化でプリズム面との境界面で反射光が内部の迷光となることが考えられます。



ゴースト (イメージ図)



コマ収差 (イメージ図)

Papilio は天体観測が苦手

ピント連動対物レンズ位置補正機構は、対物レンズを中央に寄せた小型のポロプリズム双眼鏡に適した構造と考えられます。その理由として全反射を基本とするポロプリズムは輻輳角にあわせて角度の変化した対物レンズからの入射光に対応しやすいことがあります。

「JIS B7157: 2003 望遠鏡用語」で双眼鏡を「二つの同性能の単眼望遠鏡を平行な光軸で結合し、両眼視できるようにした望遠観測機器」と定義しますが、この定義からは Papilio、少々はみ出しているようです。

### e. レンズ、プリズム材質、コーティング

「大口径の双眼鏡の見え方は」と Nikon の Action EX 8×40CF と Action EX 7×50CF を比較したことがあります。8×40CF の視野周辺が甘くなるのに対して 7×50CF はこれがないことに気づき、7×50CF が接眼レンズに非球面レンズ（フィールドフラットナーレンズ）の採用で視野周辺までくっきりと見えることをカタログから理解しました。Papilio 6.5x21 も同様に非球面レンズを採用していますが、**双眼鏡を選ぶ場合、視野周辺の画質のチェックも用途により重要なことを**教えられました。

プリズム双眼鏡の要となるプリズムの材質も重要です。デスジスのピント精度を高める目的で入手した前述の単眼鏡 ACTY H7X18（詳細は Appendix B）でスポッティングスコープのアイピースに位置決めすると視野の一部が大きくケラれることから、最初、「製作精度が悪かったかな」と考えて調整したのですが、改善されないため、他の要因から調べたところ、この単眼鏡の入射した光の狭い範囲しか全反射しないプリズム材質 BK7 がケラレの原因とわかりました。例えば Papilio が「マルチコーティングの採用で不要な光の反射を防止、また、非球面レンズと高屈折率ガラスプリズム（BaK4）の採用で、視野周辺まで歪みの少ないクリアーで明るい像が得られます」と特長をうたっているように、**プリズム材質に BaK4 を明記されているものが安心**といえます。

レンズを光が通過する際、その境界面で光の一部が反射して光量が減少

し、反射光によるフレアやゴーストの原因となります。このため、光の表面反射を低減して透過率を高めるコーティングも重要です。**マルチコーティングと明記されているものが安心**といえます。

#### (4) 双眼鏡の性能に関する項目

双眼鏡の仕様で示される項目について概説します。

##### a. 倍率、対物レンズの有効径、射出ひとみ径、明るさ

双眼鏡の倍率について Nikon の Web サイトで「一眼レフカメラの交換レンズ 50mm (35mm 判換算) が約 1 倍といわれています」と書かれます。カメラ人間にはわかり易い表現で、「10 倍だと 500mm、被写体をファインダーに捉えるのに慣れが必要で、手持ちだと手ブレでシャッター速度を高くしないと厳しいな」となります。

“FinePix HS30EXR Maniac”で紹介のように 35mm 判換算 24～720mm の高倍率ズームのカメラ（重さ約 687g）を使っていますが、カメラに内蔵の手振れ補正機能で EVF や液晶モニターに表示の画像のブレが低減されていることが実用の背景にあります。「試しに」とブレ防止を OFF にして望遠端で試したところ、手持ちでは手振れが大きく、「構図をしっかりと決めて被写体に焦点を合わせる」どころではありませんでした。無論、写真撮影と観望を同列に並べることはできませんが、手で支えて使用する場合、**手振れ補正機構内蔵でない限り、双眼鏡は 10 倍程度が目安**と思います。なお、重い望遠鏡や双眼鏡を長時間使用において三脚が使用できない条件で手振れを低減するには、手摺のようなものがあればその上に双眼鏡の重さを預ける、あるいは近くに壁や柱があれば体をそれに預けて体自体の揺れを低減するなどが有効です。高倍率の双眼鏡の使用においてもこれは有効です。

倍率は次式のように**対物レンズの有効径、射出ひとみ径**（接眼レンズを 30cm ほど離して見える明るい円（射出ひとみ）の直径）で計算されます。

また、**明るさ**は射出ひとみ径から計算されます。

$$[\text{倍率}] = [\text{対物レンズの有効径}] \div [\text{射出ひとみ径}] \quad \dots \quad [1]\text{式}$$

$$[\text{明るさ}] = [\text{射出ひとみ径}]^2 \quad \dots \quad [2]\text{式}$$

人の眼のひとみ径は明るい環境では 2～3mm、暗い環境では 7mm ほどになるとされます。そして上式の[射出ひとみ径]が眼のひとみ径より小さい場合、暗く感じることから双眼鏡の射出ひとみ径として日中の使用がメインなら 2～3mm 程度とされます。

天体望遠鏡は暗い星の観測で集光力を高めるために口径を大きくする必要がありますが、双眼鏡も対物レンズが大きいほど解像度と明るさが高まり、スターウォッチング用の双眼鏡は 7×50 が定番とされ、この組合せで計算される射出ひとみ径 7mm は暗い環境での人のひとみ径を確保し、夜空から得られる情報を最大限、漏らさないようにする値となります。しかし、都市部などの光害の多い地域で夜空の観望に用いる場合、ひとみ径 7mm では背景の夜空が明るくなって星が判別しにくいいため、ひとみ径 5mm の製品（例：7×35、8×40、10×50）が使いやすいとされます。なお、カタログの明るさは設計上の理論値で、実際の明るさは個々の双眼鏡のレンズ構成、コーティングなどで異なります。

著者の 8x23CF (Nikon)、Papilio 6.5×21 のひとみ径はそれぞれ 2.9mm と 3.2mm で日中の使用に向いているといえます。表 5 にニコンの双眼鏡を対象に、倍率とレンズ径からひとみ径を計算したものを示します。ひとみ径が 2.0～7.0mm で分布していることがわかります。なお、表 4 には含めていませんが、Nikon の 2.25 倍ズームの A211 8-18X42 はひとみ径が 5.3～2.3mm、A211 10-22X50 はひとみ径が 5.0～2.3mm、そして 3 倍ズームの T11 8-24X25 はひとみ径が 3～1mm に変化します。T11 を日中で望遠側で使用する場合、暗く見えることとなりますが、他は日中なら最大倍率でも明るさ面は実用レベルです。

表5 ニコン双眼鏡のひとみ径（対物レンズ有効径（mm）÷倍率）

| レンズ径 | 倍率  |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|      | 4   | 6   | 7   | 8   | 8.5 | 10  | 12  | 14  | 16  | 18  |
| 10   | 2.5 |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 15   |     | 2.5 | 2.1 |     |     |     |     |     |     |     |
| 20   |     |     |     | 2.5 |     |     |     |     |     |     |
| 21   |     |     |     | 2.6 |     | 2.1 |     |     |     |     |
| 25   |     |     |     | 3.1 |     | 2.5 | 2.1 |     |     |     |
| 30   |     |     |     | 3.8 |     |     |     |     |     |     |
| 32   |     |     |     | 4.0 |     | 3.2 | 2.7 |     | 2.0 |     |
| 35   |     |     | 5.0 |     |     | 3.5 |     |     |     |     |
| 36   |     |     |     |     |     | 3.6 |     |     |     |     |
| 40   |     |     |     | 5.0 |     |     |     |     |     |     |
| 42   |     |     | 6.0 | 5.3 |     | 4.2 |     | 2.9 |     |     |
| 50   |     |     | 7.1 |     |     | 5.0 | 4.2 |     | 3.1 |     |
| 56   |     |     |     |     | 6.6 | 5.6 | 4.7 |     |     |     |
| 70   |     |     |     |     |     | 7.0 |     |     |     | 3.9 |

- ・ズーム機種は除く（「Sport Optics 総合カタログ」（2013.1.29））

## ■ 手振れ補正機構内蔵の双眼鏡

高倍率の双眼鏡を使いやすくするため、手振れ補正機構があります。

CANON のIS シリーズは18×50IS、15×50IS、12×36ISⅡ、10×30IS、8×25ISがあり、8×25ISには手振れの量に応じて光学系の一部を傾けるティルト式手ブレ補正機能、その他は2枚のガラスと蛇腹状の筒で液体を包み込む構造の液体レンズ「バリアングルプリズム（VAP）」で光線の屈折率を変えることで像を安定させています。

Nikon のStabilEyes シリーズ（14×40、12×32、16×32）はジャイロセンサーを内蔵して正立プリズムの向きを変えて光軸を補正することで像を安定させています。

FUJIFILM の双眼鏡FUJINONのTECHNO-STABIはジャイロセンサーとポジションセンサーの情報により正立プリズムを制御する構造とされ、TS1440（14倍、40mm）とTS1232（12倍、32mm）の2機種があります。

## b. 最短合焦距離

近距離双眼鏡を実現するために輻輳角への対応が必要なことを前述しましたが、同時に合焦距離の範囲の拡大が必要です。倍率の近い Papilio 8.5×21 とタンクロー-R 8X21UCF R の仕様を表 6 に比較します。Papilio 8.5×21 の高さ 116mm に対してタンクロー-R 8X21UCF R が 83mm で、33mm 短いことに気付かされます。前者の接眼レンズの構成が 5 群



Papilio 8×21



タンクロー-R 8X21UCF R

表 6 Papilio 8.5×21 とタンクロー-R 8X21UCF R との仕様

|              | Papilio 8.5×21             | 8×21 UCF R           |
|--------------|----------------------------|----------------------|
| 形式           | ポロプリズム・センターフォーカス式（連動 2 軸型） |                      |
| レンズ構成（対物レンズ） | 1 群 2 枚                    | 1 群 2 枚              |
| 接眼レンズ        | 5 群 5 枚（非球面レンズ）            | 2 群 3 枚（非球面レンズ）      |
| 倍率           | 8.5 倍                      | 8 倍                  |
| 対物レンズ有効径     | 21mm                       | 21 mm                |
| プリズム材質       | BaK4                       | BaK4                 |
| コーティング       | マルチコーティング                  | マルチコーティング            |
| 実視界          | 6.0°                       | 6.2°                 |
| 見掛け視界        | 51°                        | 50°                  |
| 1,000m 先での視界 | 105m                       | 108m                 |
| 射出ひとみ径       | 2.5mm                      | 2.6mm                |
| 明るさ          | 6.3                        | 6.7                  |
| アイレリーフ       | 15mm                       | 13mm                 |
| 視度調整範囲       | $\pm 4\text{m}^{-1}$       | $\pm 4\text{m}^{-1}$ |
| 最短合焦距離       | 0.5m                       | 2.8m                 |
| 高さ×幅×厚さ      | 116×110mm×55mm             | 83×110mm×48mm        |
| 質量（重さ）       | 290 g                      | 210 g                |

5 枚に対して後者が 2 群 3 枚のこともありますが、Papilio 8.5×21 が焦点調整範囲 0.5m～∞を実現のために対物レンズの移動量が大いことが主な理由です。タンクロー R 8×21UCF R の対物レンズの移動量を測定していないため、8×23CF (Nikon) と Papilio 6.5×21 との比較となりますが、8×23CF ではピント合わせリングを無限遠から最短距離までまわすと対物レンズが約 5mm 移動するのに対して Papilio 6.5×21 の対物レンズは同様の操作でシールドガラス越しの概略測定で約 25mm 移動します。最短距離と無限遠にした時の対物レンズの写真を示しますが、これらから移動量の大きいことが理解できます。

Appendix B に最短合焦距離 1m 未満の単眼鏡を示しますが、輻輳角を考慮する必要のない単眼鏡では、対物レンズの移動量を増やすことで容易に最短合焦距離を短くできることがこのような製品展開を生んでいると考えられます。なお、手持ちの至近距離 20cm の単眼鏡 ACTY H7×18 の対物レンズの移動量は 34mm です。

Appendix C に最短合焦距離が 2m 未満の双眼鏡を示しますが、Papilio がずば抜けて短いのがわかります。なお、Papilio 6.5×21 の最短合焦距離はシールドガラスから対象物まで  $450\text{mm} + \alpha$  という感じで仕様の 0.5m より若干、近距離から使用できます。



最短距離（対物レンズ間隔約 30mm）



無限遠（対物レンズ間隔約 35mm）

### c. 実視界、見掛け視界、視界

双眼鏡を固定した状態で見ることのできる範囲を対物レンズの中心から測った角度を**実視界**といいます。観察対象の大きさ（あるいは必要とする実視界）が既知で使用距離がわかれば、双眼鏡に必要な**視界（視野径）**は[3]式で計算できます。なお、実視界は同じ対物レンズ有効径と倍率でも双眼鏡の設計によって異なります。

$$[\text{視野径}] = 2 \times [\text{対象までの距離}] \times \tan \left( [\text{実視界}] \div 2 \right) \quad \dots [3]$$

**見掛け視界**の表示は新・旧 JIS の値が混在している現状にあることから、下記に計算式を示します。旧 JIS では  $65^\circ$  以上、新 JIS では  $60^\circ$  以上が広視界双眼鏡とされます。

旧 JIS 規格（JIS B7121:1993）

$$[\text{見掛け視界}] = [\text{実視界}] \times [\text{倍率}]$$

新 JIS 規格（特性 JIS B7121:2007, 用語 JIS B7157:2003）

$$\tan \omega' = \Gamma \times \tan \omega$$

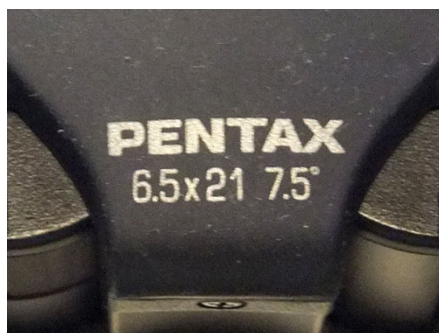
$$\text{見掛け視界} : 2\omega' \quad 、 \quad \text{実視界} : 2\omega \quad 、 \quad \text{倍率} : \Gamma$$

双眼鏡の見掛け視界が広いのは「孔から覗いている」という感覚を薄れさせ、漠然と見る時は気持ちのよいものです。また、数値で表現できることからセールスポイントとしやすいともいえます。ただ、注意深く観察を行う場合、見掛け視界が広いとそれに対応して眼球も広い範囲を動かさねばならないために眼も疲れやすく、「見掛け視界が広いことが全てよい」とは限らないと考えられます。スターウォッチング用とされる Nikon の Action EX 7×50CF（見掛け視界  $42.7^\circ$ （旧表示  $44.8^\circ$ ））と Action EX 10×50CF（同  $59.2^\circ$ （ $65.0^\circ$ ））を比較した際、前者の方が注視

しやすいことに気づかされました。

8x23CF (Nikon) の見掛け視界  $47.5^{\circ}$  (旧表示  $50.4^{\circ}$ )、Papilio 6.5x21 の見掛け視界  $46.2^{\circ}$  (旧表示  $49^{\circ}$ ) は広視界ではありませんが、使っていて全く不満はありません。使用目的にあった見掛け視界の双眼鏡を選ぶことが必要といえます。

前述の Action EX 8×40CF の見掛け視界は旧表示  $65.6^{\circ}$  で広視界双眼鏡に相当しますが、視野周囲で画像が甘くなることが認められます。これに対して Action EX 10×50CF (見掛け視界は旧表示  $65.0^{\circ}$ ) は接眼レンズに非球面レンズの採用により、視野周囲までシャープな見え味を実現しています。この例から理解できるように単に「視界が広い双眼鏡だから」と選ぶのではなく、「視野周囲の見え味まで配慮された光学設計となっている」ということも確認が必要です。このためにはやはり、候補としている双眼鏡を実際に覗いて見て確かめることが必要といえます。



#### d. アイレリーフ、眼幅調整範囲、視度調整

アイレリーフ、眼幅調整範囲、視度調整については「(3) 双眼鏡の構造」の解説を参照してください。なお、目当ては裸眼の人にとって接眼レンズの汚れ低減の効果もあるといえます。眼幅調整範囲、視度調整機能について JIS で双眼鏡のグレード別に仕様が定められています。

アイポイントを最適の状態からずらした位置で見た場合、特に周辺部分

に画質の低下（減光、色収差など）が認められる場合があります。アイポイントに正しく眼のひとみ位置を位置決めする重要性を認識させられます。

#### e. 三脚取り付け孔

スポッティングスコープに 20 倍のアイピースをつけて観察に使い、「この倍率になると三脚なしでは実用にならない」ことを実感しています。

大口径（＝「重い双眼鏡」）や高倍率の双眼鏡、また、長時間の観察を行う場合、三脚の使用が必要となります。Papilio 6.5×21 のように自由雲台のカメラ取り付け面に直接取り付けられる構造や Nikon の双眼鏡アクセサリのようにオプション部品を使うことで三脚に取り付けられるようにする構造があります。



Papilio 6.5×21 下面の三脚穴

### 【店頭で双眼鏡を選ぶ場合の手順】

双眼鏡を見にお店に行く前に、鏡で目幅を測定しておきます。

- 1) 双眼鏡の目幅を事前に測定しておいた目幅に調整する。
- 2) メガネを使用しないで双眼鏡を用いる人は見口を引き出した状態、メガネを使用する人は見口を収納した状態にする。
- 3) 目標物を決めて双眼鏡の接眼レンズに視度調整リングがついていない側を見ながらピント合わせリングでピントを合わせる。照明器具などを見ると、ピントがあっていないと輪郭部分に色収差が認められることから、この色収差がわからないまでにピントを正確にあわせる。
- 4) 同じ目標物を双眼鏡の視度調整リングがついている側で見て 3) と同様の状態となるようにでピントを合わせる。
- 5) 目標物を変えてフォーカスリングでピント調整し、見え方を確認。
- 6) 画像の中心と周辺を比較して、解像感、明るさ、歪曲収差などの見え方の差を確認。なお、中心に対して周辺部は画質の低下は双眼鏡という寸法に収める必要性からある程度、止むを得ない面があり、普及価格帯の製品とハイグレードとされる価格帯の製品には光学性能の面でそれなりの性能の差がある。

### ■ KD21-8S (KOWA)



日本サッカー協会公認の「[サムライブルー](#)」モデルの KD21-8S を収納寸法 60x92x36[mm]と 160g の重さから衝動買いしてしまいました。目幅は 30～72mm で調整可能で子供も使用できますが、アイレリーフ 10mm で眼鏡使用者には不向きで最短合焦距離も約 8m です。禁衝動買い(^\_^;

### 3. Papilio 6.5×21 の使いこなし

#### (1) クイックストラップ、接眼レンズキャップ、ケース



ストラップの取付



接眼レンズキャップの取付方法

Papilioが8X23CFと比較して使い易いと思ったのがクイックストラップで簡単にストラップの取付・取外しができることです。また、8×23CFは接眼レンズに個別にキャップする方式で無くしそうで外したままですが、Papilioでは接眼レンズキャップにストラップ用の取付穴が設けられ、ストラップを通すことでキャップの紛失を防げます。

ケースはベルト通しループがついていてアウトドア活動での持ち歩きに便利です。



ベルト通しループのついた付属ケース

## (2) 素早く快適に使う方法

双眼鏡を快適に使うのに、① 眼をアイポイントにあわせる、② 眼幅の調整、③ 視度合わせの 3 ステップが必要です。②の調整棒を製作し、③の視度調整を事前に行っておけば、素早く双眼鏡が使えるようになります。

### ① 眼をアイポイントにあわせる



[メガネ着用の人]

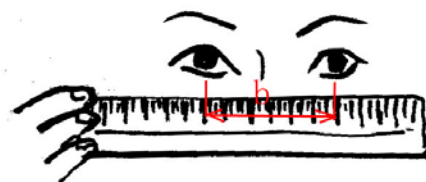


[裸眼の人]

アイポイント（射出ひとみのできる位置）に眼を位置決めすれば全視野が見えます。Papilio の回転スライド式目当てリングは全引出しの 7mm の位置の他、4mm でもクリックストップし、あるメガネを使わない人はこの目当てリングを引き出して、メガネをかけている人はこの目当てリングを収納した状態で使用します。

### ② 目幅の調整

Papilio は接眼レンズの鏡体を動かして目幅を調整できます。使用の都度、目幅を調整するのは面倒なものです。そこで顔に定規を当てて鏡に映して目幅  $b$  を測り、双眼鏡の接眼レンズの中心間の距離をこの値に合わせる方法をお勧めします。Papilio 6.5×21 では写真のように **【目幅】-34mm** の長さの調整棒（割り箸をカットした程度のもので可）を左右の接眼レンズの側面にあてることで簡単に調整できます。



目の下側に定規をあてて鏡で見て、  
目幅（瞳間の距離） $b$ を測定



（[目幅]－34mm）の長さにカットした  
棒を接眼レンズの間にに入れてすぐ、調整。

### ③ 視度合わせ



視度調整リングの指標

PENTAX の取扱説明書で「～遠方の目標物がはっきり見えるように～」と視度合わせについて書かれています。看板の文字などを輪郭のはっきりしたものを目標物にすると調整が容易です。視度合わせは目幅の調整と異なって一端、調整してしまえば他の人が使ったり、誤操作しない限り、調整の必要はありません。また、誰かと共用で使用する場合、指標の部分に使う人別にマークをつけておくと調整が素早くできます。

### (3) 三脚・一脚



本双眼鏡下面の三脚穴



三脚に取り付けた本双眼鏡



Sprint Pro (SLIK)



ULTRA STICK M50 (Velbon)

双眼鏡を手持ちで使用する場合、脇を締めてひじの角度を  $60^{\circ}$  位にして両手で双眼鏡を支えると手振れが少なくできます。また、手すりに肘をつけて双眼鏡を支えたり、近くに木立や柱があればそれに体を預けることも双眼鏡の安定を図るのに有効です。

長時間、同じ対象物を見る場合、三脚の利用が便利です。Papilio には三脚穴が設けられ、オプションに三脚アダプターUがあります。この三脚アダプターUを使用しなくても、カメラ取り付け面の直径が 40mm 以下の自由雲台であれば使用できます。写真はエントリークラスのデジタル一眼レフで使えるように自由雲台を SBH-120Q (SLIK) に交換した Sprint Pro (SLIK) に Papilio 6.5×21 を取り付けた状態です。

座席に座ってスポーツ観戦する時など、自由雲台をつけた一脚を足元に

立てて眼の高さに調整し、本双眼鏡を取付ける方法があります。同じ位置にある対象物を見続ける場合、自由雲台を固定、また、雲台は固定しないでフリーの状態でも高さ方向の動きを抑制することで手振れを少なくする使い方もできます。一脚の例として ULTRA STICK M50 (Velbon)) を示します。

### 【使用上の注意】

- **太陽を見ない**
- 直射日光の当たる所に双眼鏡を置かない
- 落したり、ぶつけたりの衝撃を与えない
- 双眼鏡に無理な力を加えない
- 高温にしない（炎天下の車の中やヒーターの前に放置しない）
- 温度差のある室内外への出し入れに際して急激な温度変化を避けるようにする。
- 防水型でないため、水につけない
- シンナー、アルコール、ベンジンで拭かない

### 【手入れ】

- レンズ面のホコリはカメラ用ブロアで拭き飛ばし、残ったものはやわらかいハケで払うように取り除く。
- レンズの指紋などの汚れはガーゼか市販のレンズクリーニングペーパーにレンズクリーナーを含ませて軽く拭きとる。
- 水滴などが付いている時は乾いた布でよく拭き乾かす。
- 使わない時はケースから出した双眼鏡を乾燥剤を入れたビニール袋などにいれて密封保管する。

## 4. Papilio でデジスコ？ <sup>4)</sup>

DIGISCO.COM の「[デジスコって何？](#)」でスポッティングスコープのアイピースにデジカメを押し付けて撮影する人が出始め、それをきっかけに 2000 年 5 月頃、デジスコの名称が生まれたことが紹介されています。Web サイトでデジスコを知り、私がデジスコを始めたのは 2002 年 12 月、天体観察も好きなことから傾斜型を選びました。

デジスコで使うデジタルカメラは 4 代目となりましたがスコープは健在で、35mm 判換算 720~2160mm (20 倍のアイピース使用時) の超望遠撮影の世界を”FinePix F31fd Maniac”で解説のように楽しんでいます。



スコープ TS-613 と 20 倍のアイピース TSE-21WD と FinePix F31fd を組み合わせたデジスコ



FinePix F31fd (FujiFilm) 改



FinePix F200EXR (FujiFilm)

「スポッティングスコープでデジスコできるならば、Papilio でも・・・」と本双眼鏡を三脚に取付け、手持ちの FinePix F31fd と FinePix F200EXR でコリメート法による撮影実験をしました。実験方法は本双眼鏡で対象物にピント合わせた後、デジカメを広角端として双眼鏡の接眼レ

レンズの目当てリングのラバー部に、デジカメの液晶モニターを見ながら位置調整してデジカメのレンズ先端を押し当てて AF を作動させて撮影、そしてデジカメを望遠端として同様に撮影です。対象物は Papilio から約 50cm の距離に置いた高さ 5cm スヌーピー、そして FinePix F31fd はバルコニーから見える景色も撮影対象としました。

## ■ FinePix F31fd <sup>5)</sup>



広角端 (35mm 判換算 36mm)



望遠端 (35mm 判換算 108mm)



広角端 (35mm 判換算 36mm)



望遠端 (35mm 判換算 108mm)

本双眼鏡と FinePix F31fd の組合せでは広角端で左右にケラレが生じますが、望遠側にズームするに従ってケラレが減少し、望遠端では写真のようにケラレはなく、50cm の距離で望遠端で 35mm 判換算ほぼ等倍となります。PENTAX K-7 とマクロレンズ D FA MACRO 100mmF2.8 WR の組合せ (手持ちシステム) で対物レンズ先端から約 20cm のワーキ

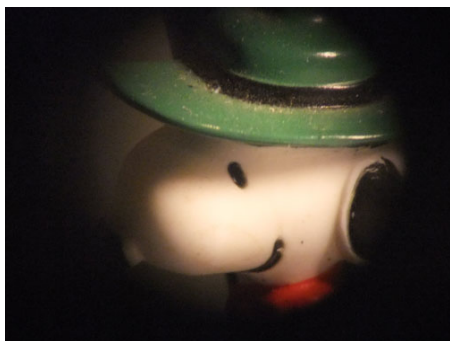
ングディスタンスで 35mm 判換算でほぼ等倍の画像が得られますが、PapilioとFinePix F31fdの組合せではワーキングディスタンス50cmで等倍となることから画質はそれなりでも、他にない絵が得られることから、実験に留めておくのは勿体ないという感じです。

デジスコ的に遠景の撮影ではワイド端で 35mm 判換算 234mm、望遠端で同 702mm となります。常用のデジスコの画像が頭にあり、比較すると画質的に厳しく、「記録として」という使い方が想定されます。なお、光軸をあわせることの難しさを実感させられています。

#### ■ FinePix F200EXR <sup>6)</sup>



広角端 (35mm 判換算 28mm)



ズーム中域



望遠端 (35mm 判換算 140mm)

FinePix F200EXRではズーム全域でケラレが生じます。高倍率ズームレンズはコリメート法での撮影に向いていないようです。なお、ワイド端で撮影例のようにシャープなケラレが得られることから逆手にとって望遠鏡から覗いたような効果を得るのに使えるかなと考えています。

## ■ デジビノ

デジタルカメラとスポンティングスコープを組合せたコリメート法による撮影をデジスコといいます。「そうすると双眼鏡との組み合わせは「デジビノかな?」と考えたところ、PENTAX から 2002 年 5 月に液晶モニター搭載デジタルカメラ機能付き双眼鏡「PENTAX DIGIBINO DB100」(7 倍、35mm 判換算 280mm の望遠、80 万画素)、2003 年にはこの後継の「PENTAX DIGIBINO DB200」(7 倍、35mm 判換算 250mm の望遠、134 万画素)が発売されていました。



PENTAX News 2002 DIGIBINO (デジビノ) DB100

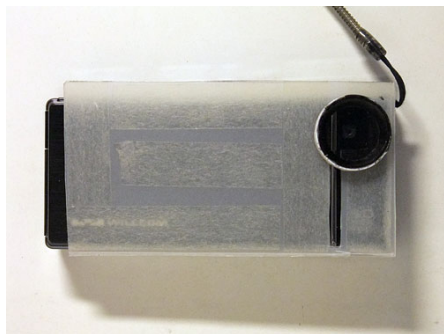
<http://www.pentax.co.jp/japan/news/2002/200218.html>



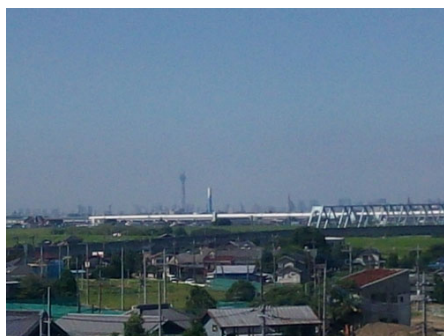
PENTAX News 2003 『PENTAX DIGIBINO (デジビノ) DB200』

<http://www.pentax.co.jp/japan/news/2003/200337.html>

## ■ HYBRID W-ZERO3



HYBRID W-ZERO3 と光軸合ジグ



HYBRID W-ZERO3 (ズーム X4)

“HYBRID W-ZERO3 Maniac”  
の中で詳しくは解説していますが、  
光軸合せジグを製作して、PHS と本  
双眼鏡を組み合わせて簡易デジス  
コの実験をしました。「Blog な  
らば使えるかな」というレベルの画  
質ですが、実験自体楽しめました。



Papilio 6.5 と組合せ (ズーム X4)

## 5. まとめ

2013 年、パンスターズ彗星とアイソン彗星の地球接近で「スターウォッチング用の双眼鏡・・・」としばし物欲にかられました( ^\_< )

この熱が双眼鏡の設計や機構を改めて調べるきっかけとなり、外観は同じように見えても適用分野によって機能を特化させていること、アイポイントをあわせることの重要性に気づかされました。そこでそれらを反映した“Papilio 6.5×21 Maniac”の改訂 3 版をまとめる気持ちになりました。

双眼鏡はカメラのように PR されないため、目的をもって調べない限り、製品情報と接触する機会は多くありません。「はじめに」で書いたように双眼鏡は単に拡大して見るだけの道具でなく、「使い方次第で肉眼では見えない対象を見ることを可能とする道具」ともいえます。

Papilio 6.5×21、スターウォッチングは苦手種目ですが、他の双眼鏡にない近距離での観察能力があり、「観る楽しさ」を拡大してくれる道具であることに間違いありません。子供たちが自然に対する関心を高めるのにも役立つことから最初の双眼鏡としても薦めたい道具です。



東大寺 多聞天（近距離双眼鏡で造りの細部もわかります。）

Appendixes

A. テレスコマイクロ 8x20D 7)



FinePix F31fd とテレスコマイクロ

表 A テレスコマイクロ 8x20D(Nikon)の仕様

|                             |                   |
|-----------------------------|-------------------|
| 望遠鏡倍率                       | 8 倍               |
| 顕微鏡倍率 (クローズアップレンズ使用時)       | 最大 25 倍 (最大 60 倍) |
| 対物レンズ有効径                    | 20mm              |
| 実視界                         | 6.5°              |
| 射出ひとみ径                      | 2.5mm             |
| ワーキングディスタンス (クローズアップレンズ使用時) | 114mm (16mm)      |
| 鏡筒大きさ (本体の最大径、最短時長さ)        | φ40mm、115mm       |
| 重さ (クローズアップレンズ使用時)          | 180g (200g)       |

Nikon のスイバル機 CoolPix 900 シリーズ、同 4500 用としてコンバージョンレンズをはじめとして様々なオプションがありました。950 と組み合わせて 35mm 判換算 900mm の超望遠と 60 倍の超マクロ撮影が可能とするテレスコマイクロ 8x20D (Nikon) もそのひとつで著者も入手しました。単眼鏡としても使えますが、デジカメと組合せた場合の色収差が目立ち、超望遠はデジスコを使うようになったため、著者は超マクロ撮影専用(詳しくは”FinePix F31fd Maniac”で紹介)に使っています。なお、後継としてEDレンズで光学性能を高めたED6×18Dが販売されました。

## B. 最短合焦距離 1m 未満の単眼鏡 <sup>8)</sup>

表 B 最短合焦距離の短い単眼鏡の比較

| メーカー     | 製品名                | 対物レンズ有効径 | 最短合焦距離 | 倍率    |
|----------|--------------------|----------|--------|-------|
| Nikon    | モノキュラーHG 5x15D     | 15mm     | 0.6m   | 5x    |
| Nikon    | モノキュラーHG 7x15D     | 15mm     | 0.8m   | 7x    |
| KENKO    | リアルスコープ 8×32       | 32mm     | 0.7m   | 8x    |
| KENKO    | リアルスコープ 8×20       | 20mm     | 0.3m   | 8x    |
| KENKO    | リアルスコープ6×16 ミニ     | 16mm     | 0.25m  | 6x    |
| Vixen    | マルチモノキュラー-4×12     | 12mm     | 0.2m   | 4x    |
| Vixen    | マルチモノキュラー-6×16     | 16mm     | 0.25m  | 6x    |
| Vixen    | マルチモノキュラー-8×20     | 20mm     | 0.25m  | 8x    |
| Vixen    | アルティスモノキュラー-HR6×21 | 21mm     | 0.6m   | 6x    |
| Vanguard | DM-6250            | 25mm     | 0.35m  | 6x    |
| Vanguard | DM-8250            | 25mm     | 0.35m  | 8x    |
| Vanguard | MZ-61225C          | 25mm     | 0.35m  | 6~12X |
| Vanguard | MZ-82425C          | 25mm     | 0.35m  | 8~24X |

### ■ ACTY H7X18



TSN-DA1 に ACTY H7X18 を  
取り付けた状態

**ACTY H7X18** (Vixen) 2005 年 2 月 15 日発売 (希望小売価格(税込) 4,725 円)

対物レンズ有効径: 18mm、倍率: 7 倍

プリズム材質: BK7、コーティング: マゼンタコート

実視界: 8.0°、見掛視界: 56.0°、1000m 先視界: 140m

ひとみ径: 2.6mm、明るさ: 6.8、アイリリーフ: 10mm、至近距離: 20cm

サイズ: 22×33×109mm、重量: 60g (本体)

付属品: 専用ケース、ストラップ

デジスコでよい撮影結果を得るためにはスポッティングスコープのピント合わせが重要です。そこでコリメート法のピントの合わせ方を Web 検索して岐阜科学館の Web サイト<sup>9)</sup>で「まずファインダーや小型の双眼鏡のピントを星に合わせ、それを使って望遠鏡をのぞいて望遠鏡のピントを合わせます。そしてカメラの距離を無限大( $\infty$ )にして、カメラで望遠鏡をのぞくように撮影すればいいのです。絞りは開放にします。」という記述を見つけました。そこで単眼鏡を使うことを思いつき、特価販売されていた 7 倍の単眼鏡 ACTY H7X18 (Vixen、2005 年 2 月発売でカタログ落ち) を入手しました。

詳細については”TS-613 & TSN-664 Digiscoping Maniac”で解説していますが、著者が使用の TS-613 (KOWA) のカメラ接続用アダプター TSN-DA1 と組み合わせて上の写真の取り付けを可能とし、精度高くピント合わせできるようになりました。なお、ACTY H7X18 のピントを月に合わせる際、プリズム材質のためか、多くの色収差が発生することが確認されました。目的とする用途に支障はありませんが、夜空は光学系の性能を明らかにしてしまうことを実感させられました。

単眼鏡 ACTY H7X18 はスポッティングスコープをデジスコとして使用時にピント精度を高めるために入手したのですが、そのピントを無限遠に合わせようと月を見た際、色収差が多く発生し、また、スポッティングスコープのアイピースを見た際にその視野の一部がケラれることが確認されました。色収差はレンズの材質・形状・構成、そしてケラレはプリズム材質 (BK7) の影響を受けたものと推定されます。

## C. 最短合焦距離 2m 未満の双眼鏡 <sup>10)</sup>

表 C 最短合焦距離 2m 未満の双眼鏡の比較

| メーカー    | 製品名                         | 対物レンズ有効径 | 最短合焦距離 | 倍率    |
|---------|-----------------------------|----------|--------|-------|
| Fujinon | FUJINON 8×32LF              | 32mm     | 1.5m   | 8x    |
| Fujinon | FUJINON 10×32LF             | 32mm     | 1.5m   | 10x   |
| KOWA    | GENESIS 44 PROMINAR 8.5×44  | 44mm     | 1.7m   | 8.5x  |
| KOWA    | GENESIS 44 PROMINAR 10.5×44 | 44mm     | 1.7m   | 10.5x |
| KOWA    | GENESIS 33 PROMINAR 8×33    | 33mm     | 1.5m   | 8x    |
| KOWA    | GENESIS 33 PROMINAR 10×33   | 33mm     | 1.5m   | 10x   |
| KOWA    | BD32-8                      | 32mm     | 1.5m   | 8x    |
| KOWA    | BD32-10                     | 32mm     | 1.5m   | 10x   |
| KOWA    | BD25-8GR                    | 25mm     | 1.8m   | 8x    |
| KOWA    | BD25-10GR                   | 25mm     | 1.8m   | 10x   |
| Nikon   | 遊 4×10D CF                  | 10mm     | 1.2m   | 4x    |
| PENTAX  | Papilio 6.5×21              | 21mm     | 0.5m   | 6.5 x |
| PENTAX  | Papilio 8.5×21              | 21mm     | 0.5m   | 8.5 x |
| PENTAX  | タンクロー 8×25 UCF WP           | 25mm     | 1.9m   | 8x    |
| PENTAX  | タンクロー 10×25 UCF WP          | 25mm     | 1.9m   | 10x   |
| PENTAX  | 8×32 DCF SP                 | 32mm     | 1.5m   | 8x    |
| Vixen   | ジョイフル M8×21                 | 21mm     | 1.6m   | 8x    |
| Vixen   | ジョイフル M10×21                | 21mm     | 1.6m   | 10x   |
| Vixen   | アトレック HR8×25WP              | 25mm     | 1.0m*  | 8x    |
| Vixen   | アトレック HR10×25WP             | 25mm     | 1.6m*  | 10x   |
| Vixen   | アトレック HR8×32WP              | 32mm     | 1.0m*  | 8x    |
| Vixen   | アトレック HR10×32WP             | 32mm     | 1.0m*  | 10x   |
| Vixen   | アトレック HR10×50WP             | 50mm     | 1.0m*  | 10x   |

\*：至近距離あたりでは対象物が両眼で同一視界に見えないため、単眼での使用と注記。

## 【参考サイトなど】

1) 平城遷都 1300 年記念 大遣唐使展 (奈良国立博物館)

<http://kentoushi.exh.jp/>

2) Nikon ニコンの歩み 企業年表 (1968~1983)

[http://www.nikon.co.jp/profile/history/corporate\\_history/1968-1983.htm](http://www.nikon.co.jp/profile/history/corporate_history/1968-1983.htm)

Nikon

<http://archive.g-mark.org/50th/milan/Japanese/nikon.html>

nikon (G マーク)

<http://www.g-mark.org/archive/50th/milan/Japanese/nikon.html>

手にすれば未来感覚 ニコン V ライン双眼鏡 ニコンカメラの小(古)ネタ

<http://nikonfan.cocolog-nifty.com/blog/2011/10/v-4a48.html>

PENTAX News 2004 : コンパクトタイプ双眼鏡『PENTAX Papilio 』シリーズ

<http://www.pentax.co.jp/japan/news/2004/2004443.html>

Papilio | 双眼鏡・スポッティングスコープ | PENTAX RICOH IMAGING

<http://www.pentax.jp/japan/products/binoculars/short/papilio/index.html>

Papilio Close-Range Binoculars - PENTAX

<http://www.pentax.jp/english/products/binoculars/short/papilio/index.html>

Pentax Papilio Binoculars Review - Optics4Birding.com

<http://www.optics4birding.com/pentax-papilio-binoculars-review.aspx>

3) 双眼鏡 - ミノルタ株式会社

<http://www.patentjp.com/08/R/R100032/DA10064.html>

双眼鏡 - 特開平 9-1 3 3 8 7 4 j-tokkyo

<http://www.j-tokkyo.com/1997/G02B/JP09133874.shtml>

4) デジスコ.com

[http://www.digisco.com/guide/text\\_1/index.htm](http://www.digisco.com/guide/text_1/index.htm)

5) デジタルカメラ「FinePix F31fd」新発売 (富士フィルム)

<http://www.fujifilm.co.jp/corporate/news/article/ffnr0047.html>

6) デジタルカメラ「FinePix F200EXR」新発売 (富士フィルム)

[http://www.fujifilm.co.jp/corporate/news/articleffnr\\_0252.html](http://www.fujifilm.co.jp/corporate/news/articleffnr_0252.html)

7) ザ・ワークス : Vol.06 テレスコマイクロ 8×20D - Enjoy ニコン ニコンイメージング

<http://www.nikon-image.com/enjoy/interview/works/2001/0110/>

Nikon ニュースニコン「テレスコマイクロ 8×20D ブラックモデル」を 3 月 1 日発売

[http://www.nikon.co.jp/news/2001/ktnm8x20d\\_b\\_01.htm](http://www.nikon.co.jp/news/2001/ktnm8x20d_b_01.htm)

Nikon ニュース報道資料 : ニコン「テレスコマイクロ ED 6×18D」の発売について

[http://www.nikon.co.jp/news/2002/ktn\\_tmed6x18d\\_02.htm](http://www.nikon.co.jp/news/2002/ktn_tmed6x18d_02.htm)

8) 単眼鏡 | 株式会社ケンコー

<http://www.kenko-tokina.co.jp/optics/monoculars/>

単眼鏡 Vixen

<http://www.vixen.co.jp/bino/mono.htm>

Vanguard - Sporting Optics - Binoculars, Monoculars, Spotting Scopes

<http://vanguardworld.jp/index.php/pv/products/sporting-optics/entry-3-22.html>

9) サイエスガイド No.10 (岐阜市科学館)

[http://dac.gijodai.ac.jp/vm/virtual\\_museum/sanpo/s\\_guide/s\\_no10/04.htm](http://dac.gijodai.ac.jp/vm/virtual_museum/sanpo/s_guide/s_no10/04.htm)

10) 双眼鏡 | 株式会社ケンコー

<http://www.kenko-tokina.co.jp/optics/binoculars/>

KOWA PROMINAR OFFICIAL WEB SITE

<http://www.kowa-prominar.ne.jp/>

二コンビジョン 製品紹介 双眼鏡・単眼鏡

<http://www.nikonvision.co.jp/products/binoculars/index.htm>

双眼鏡・スポッティングスコープ | イメージング・システム事業部 | PENTAX

<http://www.pentax.jp/japan/imaging/binoculars/>

双眼鏡 TOPVixen

<http://www.vixen.co.jp/bino/index.htm>

## ■ Maniac シリーズ

WACHSEN BA-100 Agnriff Maniac

<http://www.minami-nagareyama.org/editor/BA100maniac.html>

FinePix S9000 Maniac

<http://www.minami-nagareyama.org/editor/FXS9000maniac.html>

FinePix F31fd Maniac + F11

<http://www.minami-nagareyama.org/editor/FXF31maniac.htm>

FinePix F100fd Maniac

<http://www.minami-nagareyama.org/editor/FXF100maniac.html>

FinePix F200EXR Maniac

<http://www.minami-nagareyama.org/editor/FXF200maniac.html>

FinePix F300EXR Maniac

<http://www.minami-nagareyama.org/editor/FXF300maniac.html>

FinePix HS30EXR Maniac

<http://www.minami-nagareyama.org/editor/FXHS30maniac.html>

Tripod Maniac - B 級 (?) 三脚選び -

<http://www.minami-nagareyama.org/editor/tripod-maniac.html>

Step-Up, -Down Rings Maniac

<http://www.minami-nagareyama.org/editor/step-ud-rings-maniac.html>

Conversion Lens Mania

<http://www.minami-nagareyama.org/editor/conversionlens-maniac.html>

TS-613 & TSN-664 Digiscoping Maniac

<http://www.minami-nagareyama.org/editor/TS613digiscoping-maniac.html>

HYBRID W-ZERO3 Maniac

<http://www.minami-nagareyama.org/editor/HYBRID-W-ZERO3-maniac.html>

LaVie Light BL350-CW Maniac

<http://www.minami-nagareyama.org/editor/lavie350maniac.html>

PJ-20 Maniac

<http://www.minami-nagareyama.org/editor/PJ20-maniac.html>

VT250 Spada Maniac

<http://www.minami-nagareyama.org/editor/VT250spada-maniac.html>



#### 【改訂履歴】

改訂 : (2010/7/7) 技術的な解説を大幅に追加して全面改訂

改訂 a : (2010/11/19) HYBRID W-ZERO3 でデジスコを追記

改訂 3 版 : (2013/3/23) 双眼鏡全般に関する解説を追加して全面改訂

### 『Papilio 6.5x21 Maniac』

<http://www.minami-nagareyama.org/editor/Papilio-maniac.html>

2010 年 6 月 9 日初版、改訂 3 版 b (2014 年 1 月 15 日)

著者 : 市川 誠 (maktich@pa2.so-net.ne.jp)

ロボット人間の散歩道 : So-net ブログ

<http://robotic-person.blog.so-net.ne.jp/>